

AN: PAT 2003-176738

TI: Three-phase motor drive e.g. for fork-lift trucks, uses series-parallel arrangement of coils in each phase

PN: DE10117333-A1

PD: 10.10.2002

AB: NOVELTY - A three-phase drive has a three-phase motor with several coils or coil-groups (SP1-SP4) and speed (revs) control. A series/parallel changeover circuit of the individual coils or coil-groups within each phase is provided. Power semiconductors which conduct current in either direction are used for changeover.; USE - Especially for fork-lift trucks and factory floor vehicles. ADVANTAGE - Increased torque and lower current demand. DESCRIPTION OF DRAWING(S) - A circuit arrangement for a series-parallel connection of four coils (SP1-SP4) is shown. Switches S1, S2 Coil groups SP1-SP4 Star point U'

PA: (SILC ) STILL GMBH;

IN: LEIFERT T; PETRI V;

FA: DE10117333-A1 10.10.2002;

CO: DE;

IC: H02K-003/28;

MC: X11-J08B; X25-F05A;

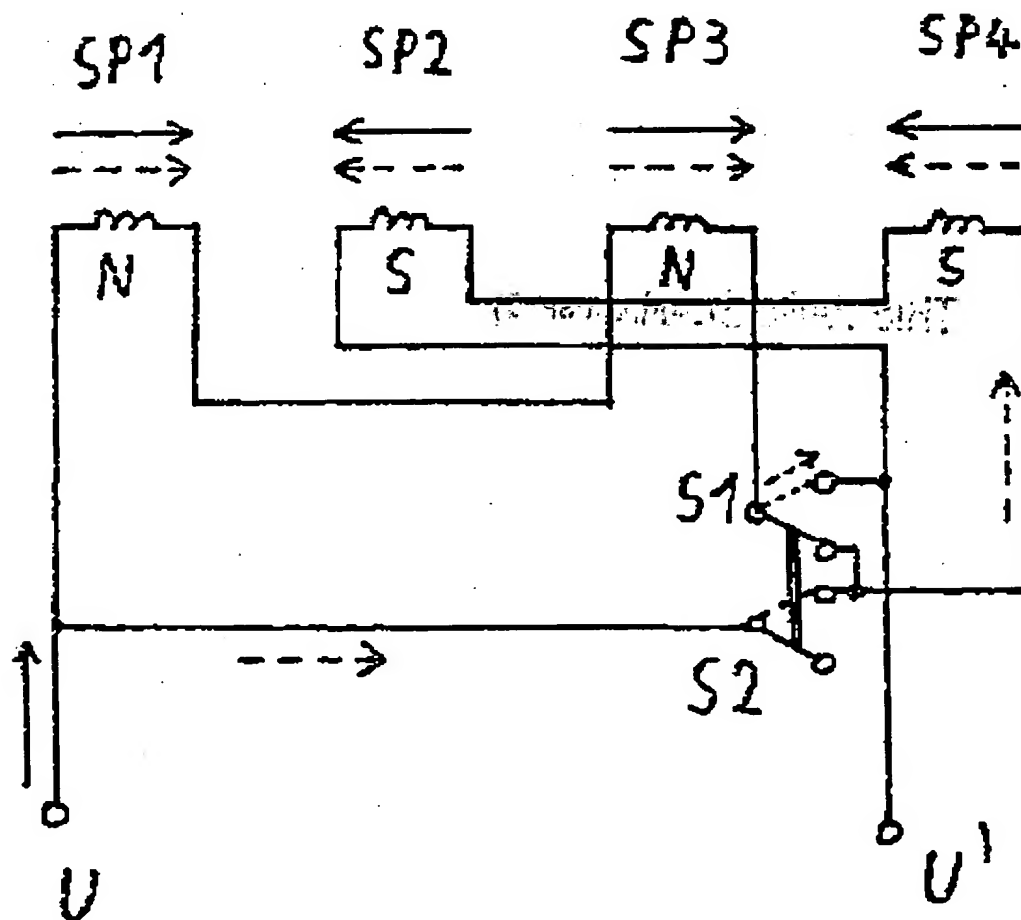
DC: X11; X25;

FN: 2003176738.gif

PR: DE1017333 06.04.2001;

FP: 10.10.2002

UP: 14.03.2003



BEST AVAILABLE COPY

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

02720146



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 101 17 333 A 1

51 Int. Cl. 7:  
H 02 K 3/28

21 Aktenzeichen: 101 17 333.4  
22 Anmeldetag: 6. 4. 2001  
43 Offenlegungstag: 10. 10. 2002

71 Anmelder:  
Still GmbH, 22113 Hamburg, DE

72 Erfinder:  
Leifert, Torsten, Dr.-Ing., 21360 Vögelzen, DE; Petri,  
Viktor, Dipl.-Ing., 21035 Hamburg, DE

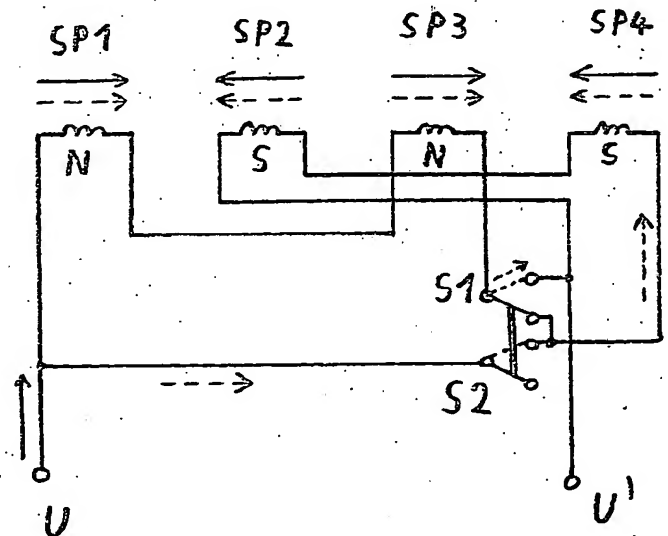
56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

DE 196 51 281 C2  
DE 33 45 272 A1  
DE 15 63 389 A

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Drehstromantrieb

57 Die Erfindung betrifft einen Drehstromantrieb, insbesondere für Flurförderzeuge wie Gabelstapler, mit einem Drehstrommotor mit mehreren Spulen oder Spulengruppen (SP1, SP2, SP3, SP4) und einer Drehzahlsteuerung. Zur Erhöhung des Kippmoments ist eine Reihen/Parallelumschaltung einzelner Spulen oder Spulengruppen (SP1, SP2, SP3, SP4) innerhalb jeder Phase vorgesehen.



DE 101 17 333 A 1

BEST AVAILABLE COPY

BUNDESDRUCKEREI 08.02 102 410/681/1

10

DE 101 17 333 A 1

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Drehstromantrieb, insbesondere für Flurförderzeuge wie Gabelstapler, mit einem Drehstrommotor mit mehreren Spulengruppen und einer Drehzahlsteuerung.

[0002] Heutige Drehstrommotoren (Normmotoren mit Käfigläufer) enthalten im Ständer mehrere Spulen oder Spulengruppen, die parallel oder in Reihe fest verschaltet sind. Die Drehzahl  $N$  eines Drehstrommotors (in der Einheit 1/Minute) folgt der Gleichung:

$$n = (60 \times f) / p$$

wobei

$f$ : die Frequenz des Drehfeldes in 1/Sekunde und

$p$ : die Polpaarzahl ist.

[0003] Eine klassische Schaltung zur Drehzahlstellung über die Polpaarzahl ist die 1897 vorgeschlagene sogenannte Dahlander-Schaltung, bei der die Stromrichtung in den geradzahlgigen Spulengruppen umgekehrt wird, so dass die Polpaarzahl um den Faktor 2 geändert wird (H. Jordan et. al. Asynchronmaschinen, Vieweg Verlag, Braunschweig, 1975, Seiten 406 und 407). Nachteilig ist die Stufigkeit der Schaltung und das Auftreten zusätzlicher starken Oberfelder beim niederpoligen Betrieb.

[0004] Feinere Abstufungen können mit der Pol-Amplituden-Modulationswicklung (PAM, Prof. Rawcliffe, z. B. GB-PS 1,133,062) erreicht werden. Die Stufigkeit bleibt jedoch erhalten.

[0005] So hat sich für die Drehzahlstellung die Veränderung der Frequenz  $f$  durchgesetzt. Bei elektrischen Drehstromantrieben, wie sie heute bei Gabelstaplern verwendet werden, wird der Drehstrommotor also mit variabler Frequenz gespeist, um eine variable Drehzahl zu erreichen. Eine Umrichter-Schaltung ist aus der DE PS 196 51 281 C2 bekannt.

[0006] Im Bereich niedriger Frequenzen (Grunddrehzahlbereich) soll die Maschine mit maximalem, konstantem Hauptfluss arbeiten. Bei weiterer Frequenzerhöhung arbeitet die elektrische Maschine im Feldstellbereich oder Feldschwächbereich. Der Maschinenfluss muss verringert werden, damit die gegeninduzierte Spannung (EMK) nicht die anliegende Klemmenspannung überschreitet. Proportional zur Frequenzerhöhung steigt die Impedanz der Wicklung. Das Kippmoment der Maschine geht im Feldschwächbereich bei konstanter Spannung quadratisch mit der Frequenz zurück. Maßgeblich für die Baugröße und Wicklung der Maschine ist das bei maximaler Drehzahl erforderliche Drehmoment.

[0007] Aufgabe der Erfindung ist es, einen Drehstromantrieb vorzuschlagen, bei dem ein erhöhtes Kippmoment und ein gesenkter Stromverbrauch vorliegen.

[0008] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst von einem Drehstromantrieb mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Ausführungen der Erfindung sind Gegenstände von Unteransprüchen.

[0009] Klassische Drehstrommaschinen enthalten mehrere Spulengruppen, die entweder parallel oder in Reihe festverschaltet sind. Diese feste Verschaltung wird nun erfindungsgemäß ersetzt durch eine im Betrieb umschaltbare Spulenkongfiguration, bei der einzelne Spulengruppen entweder in Reihe oder parallel geschaltet werden. Da diese Umschaltung innerhalb jeder Phase, bzw. jedes Stranges, vorgesehen ist, bleibt die Polpaarzahl der Maschinen unverändert. Damit bleibt auch die Drehzahl der Maschine nur von der Frequenz abhängig. Die Reihenschaltung der Spulen oder der Spulengruppen erfolgt bevorzugt im Grund-

drehzahlbereich, die Parallelschaltung im Feldschwächbereich. Als Schalter können Leistungshalbleiter verwendet werden, die den sinusförmigen Strom in beide Richtungen führen. Bevorzugt können Thyristoren verwendet werden, die eine einfache, günstige Ansteuerung realisiert. Die Umschaltung wird möglichst im Stromnulldurchgang erfolgen.

[0010] Bei Umrichter-geschalteten Maschinen mit Stromregelung ist durch die Regelung sichergestellt, dass bei der Strukturumschaltung keine Drehmomentstöße auftreten.

[0011] Mit der erfindungsgemäßen Umschaltung wird die Funktion eines elektrischen Schaltgetriebes realisiert. Die erfindungsgemäße Umschaltung sollte nicht mit der bekannten Stern-Dreieck-Umschaltung zum Anfahren der Drehstrommotoren oder mit einer der obengenannten Polpaarzahlumrichtungen verwechselt werden. Die Umschaltung Stern-Dreieck kann man in Fahrzeugen benutzen, wenn die Maschine im Grundfeldbereich eine Sternschaltung der Wicklung hat. Einige Fahrzeug- und Pumpenmotoren für Fahrzeuge mit Batteriespannung 24 V und einige Motoren mit der Batteriespannung 48 V haben in diesem Bereich die Dreieckschaltung. Diese Schaltung kann nur begrenzt verwendet werden.

[0012] Bei den bekannten Polumschaltungen ändert sich nicht nur die Zahl der parallelen Zweige, sondern auch die Polpaarzahl der Maschine. Dabei ändert sich die Feldverteilung im Ständer- und im Läuferjoch. Bei konstanter Spannung wird die Maschine stark gesättigt. Besonders ungünstig ist die Polumschaltung für die Maschinen, die eine Einschichtwicklung aufweisen, da dann zusätzliche Oberfelder entstehen. Solche Maschinen können nur bei kleinen Gabelstaplern oder Lagertechnik-Geräten eingesetzt werden.

[0013] Bei der erfindungsgemäßen Umschaltung der Spulen bleiben die Stromrichtung in jeder Spulengruppe und die Feldverteilung unverändert. Die erfindungsgemäße Reihen-Parallelschaltung ist für Maschinen mit beliebigen Polpaarzahlen, Schaltungsarten der Wicklung, Ein- und Zweischichtwicklungen geeignet.

[0014] Will man also das Kippmoment erhöhen, kann man erfindungsgemäß die Spulengruppen der Ständerwicklung parallel schalten. Weil die Impedanz der Ständer dabei sinkt, erhöht sich das Kippmoment der Maschine. Der Umschalt-punkt zwischen Parallel- und Hintereinanderschaltung hängt z. B. von der Frequenz, der Belastung des Fahrzeugs, dem  $\cos \Phi$  der elektrischen Maschine oder anderen Werten ab. Die Werte der Belastung, der Frequenz oder des  $\cos \Phi$  können von entsprechenden Sensoren aufgenommen werden und der Spulenumschalteinrichtung für die Parallel- und Reihenschaltung aufgegeben werden.

[0015] Bei Reihenschaltung der Spulengruppen im Ankerstellbereich und am Anfang des Feldschwächbereichs verbraucht die elektrische Maschine wesentlich weniger Strom als eine Maschine ohne Umschaltung. Deshalb sinken die Verluste im Antrieb. Es können Transistoren mit ohmschem geringerem Nennstrom als Schalter gewählt werden.

[0016] Bei Batterieversorgung führt ein geringerer Energieverbrauch zu längeren Standzeiten oder zu höherer Umschlagleistung bezogen auf eine Batterieladung. Alternativ könnte eine entsprechend kleinere und günstigere Batterie verwendet werden. Bei Verwendung eines Verbrennungsmotors mit elektrischem Generator zur Energieerzeugung können der Motor und der Generator entsprechend verkleinert werden.

[0017] Die Erfindung wird anhand zweier Figuren näher erläutert. Beide Figuren zeigen erfindungsgemäße Schaltungen für mehrere Spulen oder mehrere Spulengruppen.

[0018] Fig. 1 zeigt die erfindungsgemäße Reihe-Parallel-

umschaltung für 4 Spulen (SP1, SP2, SP3, SP4). Dabei sollen die erste (SP1) und die dritte Spule (SP3) einen magnetischen Nordpol bilden, wenn der Strom von der Phase U zum Sternpunkt U' läuft. Die zweite (SP2) und die vierte (SP4) Spule bilden je einen magnetischen Südpol bei gleicher Stromrichtung. Erfindungsgemäß sind nun die beiden Schalter S1 und S2 vorgesehen, die die Umschaltung zwischen Reihenschaltung und Parallelschaltung ermöglichen. [0019] Mit durchgezogenen Strichen und durchgezogener Schalterstellung ist die Reihenschaltung gezeigt. Im Schalter S1 und im Schalter S2 sind die Schaltungen jeweils nach unten verstellt. Der von U kommende Strom durchläuft die erste Spule (SP1), dann die dritte Spule (SP3) und gelangt zum Schalter S1. Dort wird er auf den unteren Kontaktpunkt geleitet und läuft dann über die vierte Spule (SP4) und die zweite Spule (SP2) zum Sternpunkt U'. In dieser Stellung sind die vier Spulen (SP1 bis SP4) also hintereinander geschaltet.

[0020] Die Parallelschaltung wird dadurch erreicht, dass die beiden Schalter S1 und S2 so umgelegt werden, dass der Strom auf die oberen Kontakte geleitet wird. Betrachtet man die gleiche Phase U und den gleichen Stromfluss von U nach U', so läuft der Strom am linken Ast beginnend durch die erste (SP1) und die dritte Spule (SP3) und dann über den Schalter S1 zum Sternpunkt U'. An der links gezeigten Verzweigung läuft der Strom zum Schalter S2 und von dort über den oberen Kontaktpunkt zur vierten (SP4) und zur zweiten Spule (SP2) und von dort wiederum zum Sternpunkt U'. Nun sind die zweite (SP2) und vierte Spule (SP4) also zur ersten (SP1) und dritten Spule (SP3) parallel geschaltet. Die Polpaarzahl ist gleich geblieben. Eine Drehzahlverdoppelung oder Halbierung findet also nicht statt.

[0021] Fig. 2 zeigt eine weitere Ausführung, bei der zwei Spulengruppen (SP1, SP2) vorgesehen sind, die von den drei Schaltern S1, S2 und S3 entweder in Reihe oder parallel geschaltet werden. Für die Reihenschaltung sind die Stromverlaufsteile durchgezogen bezeichnet, für die Parallelschaltung gestrichelt.

[0022] In Reihenschaltung sind die Schalter S1 und S3 geschlossen, während der Schalter S2 offen ist. Der von U kommende Strom läuft dann also durch die erste Spulengruppe (SP1), wo er einen Nordpol erzeugt und danach durch den Schalter S2 in die zweite Spulengruppe (SP2), wo er einen Südpol erzeugt. Hinter der zweiten Spulengruppe (SP2) läuft der Strom zum Sternpunkt U' ab.

[0023] Zur Parallelschaltung werden die Schalter S1 und S3 geöffnet, während der Schalter S2 geschlossen wird. Der von U kommende Strom durchfließt jetzt die erste Spulengruppe (SP1) und dann über den Schalter S1 zum Sternpunkt U'. Ein paralleler Anteil des Stromes U geht durch den Schalter S3 zur zweiten Spulengruppe (SP2) und von dort zum Sternpunkt U'.

tung im Stromnulldurchgang erfolgt.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

#### Patentansprüche

1. Drehstromantrieb, insbesondere für Flurförderzeuge wie Gabelstapler, mit einem Drehstrommotor mit mehreren Spulen oder Spulengruppen (SP1, SP2, SP3, SP4) und einer Drehzahlsteuerung, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Reihen/Parallelumschaltung einzelner Spulen oder Spulengruppen (SP1, SP2, SP3, SP4) innerhalb jeder Phase vorgesehen ist.
2. Drehstromantrieb nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zum Umschalten Leistungshalbleiter, die den Strom in beiden Richtungen führen, verwendet werden.
3. Drehstromantrieb nach einem der vorgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Umschal-

- Leerseite -

Fig. 1

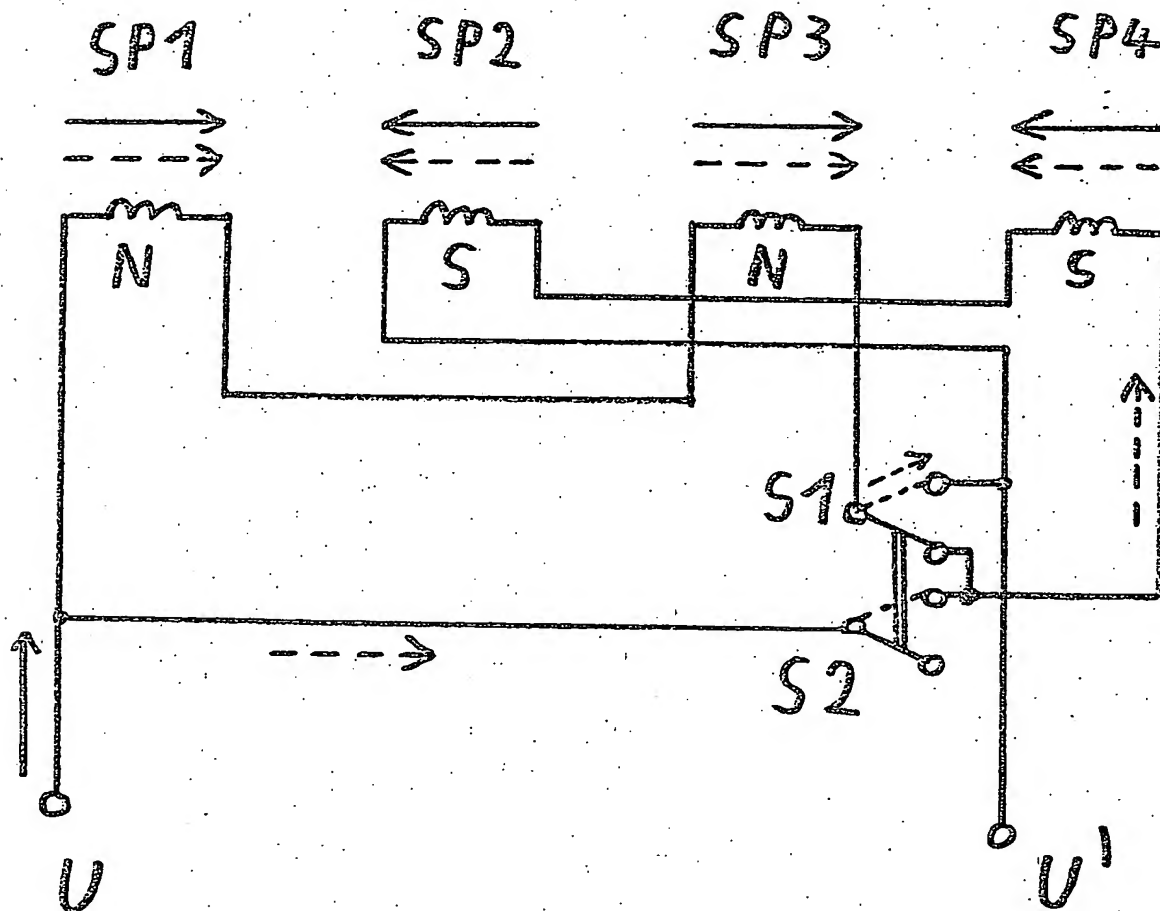
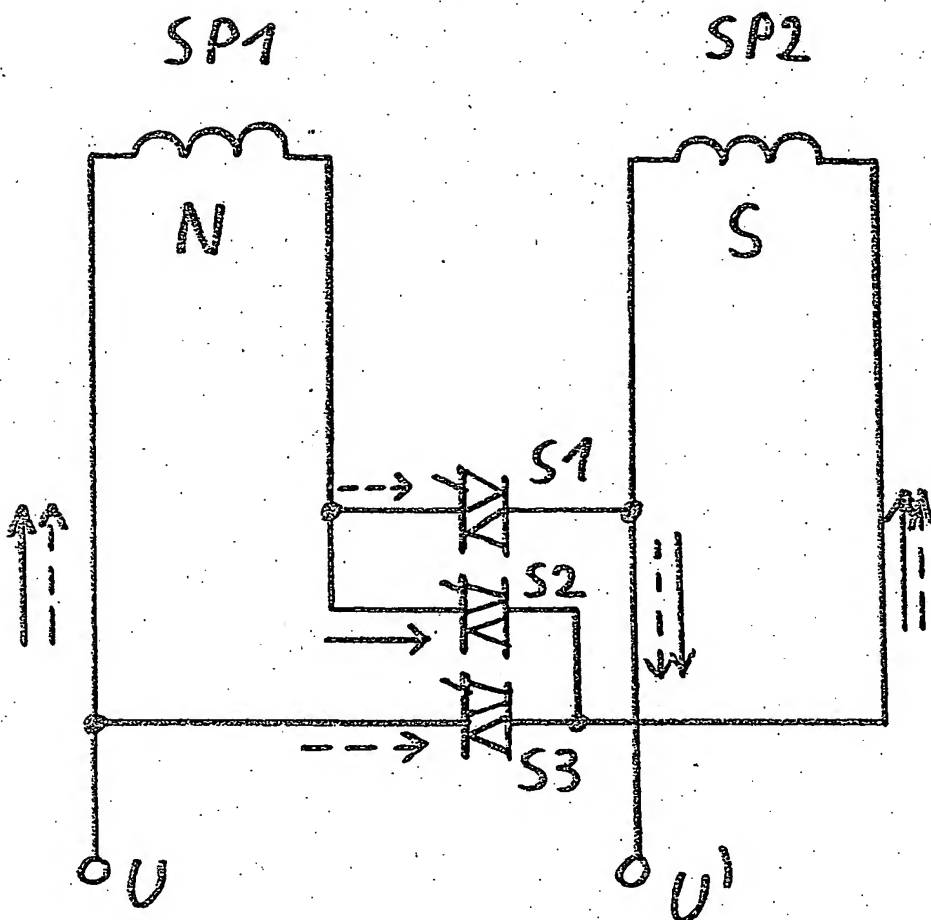


Fig. 2



**BEST AVAILABLE COPY**